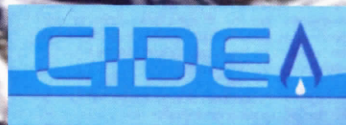




# INTRODUCCION al cultivo de **TILAPIA**



# **INTRODUCCION** **al cultivo de** **TILAPIA**

**Centro de Investigación de  
Ecosistemas Acuáticos**

**CIDEA**

**Universidad Centroamericana  
UCA**

**2003**

# **INTRODUCCION** **al cultivo de** **TILAPIA**

**Centro de Investigación de**  
**Ecosistemas Acuáticos**  
**CIDEA**

**Universidad Centroamericana**  
**UCA**

**2003**

## **EDITORES**

**María Auxiliadora Saavedra**

Facultad de Ciencia Tecnología y Ambiente  
Centro de Investigación de Ecosistemas Acuáticos  
CIDEA - UCA

Revisión

**Agnés Saborío Coze**

**Zunilda Castellanos Corrales**

Arte y Diagramación

**Fernando Centeno López**

**Keynt Donaire R.**

Diseño de Portada

**Fernando Centeno López**

Impresión

**Litografía de Nicaragua - LITONIC**



## **CONTENIDO**

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN A LA ACUICULTURA .....</b>	<b>5</b>
	1.1. ACTIVIDADES SEMEJANTES DE LA ACUICULTURA Y LA AGRICULTURA .....	6
	1.2. COMPARACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE LOS PESCADORES PROFESIONALES Y LOS CULTIVADORES .....	6
	1.3. VENTAJAS QUE OFRECE LA PISCICULTURA .....	7
<b>II.</b>	<b>BIOLOGÍA DE LA TILAPIA .....</b>	<b>8</b>
	2.1. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES MÁS CULTIVADAS .....	9
	2.2. MORFOLOGÍA EXTERNA .....	13
	2.3. CARACTERES SEXUALES .....	15
	2.4. HÁBITOS ALIMENTICIOS .....	15
	2.5. HÁBITOS REPRODUCTIVOS .....	16
	2.6. PROBLEMA DE LA SOBREPoblACIÓN .....	21
<b>III.</b>	<b>SELECCIÓN DE SITIOS .....</b>	<b>24</b>
	3.1. RECURSO HÍDRICO .....	24
	3.2. FACTORES CLIMÁTICOS .....	29
	3.3. CALIDAD DEL SUELO .....	30
	3.4. INVESTIGACIONES NECESARIAS PARA PROYECCIONES DE ESTACIONES PISCÍCOLAS .....	33

<b>IV.</b>	<b>INFRAESTRUCTURA DE PRODUCCIÓN .....</b>	<b>34</b>
4.1.	ESTANQUES .....	34
4.2.	CORRALES .....	37
4.3.	JAULAS .....	39
<b>V.</b>	<b>SISTEMAS DE CULTIVO .....</b>	<b>42</b>
5.1	EXTENSIVO .....	42
5.2.	SEMI-INTENSIVO .....	42
5.3.	INTENSIVO .....	44
5.4.	SUPERINTENSIVO .....	46
	<b>BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA .....</b>	<b>47</b>

## I. INTRODUCCIÓN A LA ACUICULTURA

LA ACUICULTURA es una de las mejores técnicas ideadas por el hombre para incrementar la disponibilidad de alimento y se presenta como una nueva alternativa para la administración de los recursos acuáticos.

Esta biotecnia ha permitido en los últimos años convertir a numerosos ríos, lagos, lagunas litorales y áreas en una fuente de recursos acuáticos, gracias al trabajo que el hombre ha desarrollado cultivando organismos en estas áreas.



La acuicultura como actividad multidisciplinaria, constituye una empresa productiva que utiliza los conocimientos sobre biología, ingeniería y ecología, para ayudar a resolver el problema nutricional, y según la clase de organismos que se cultivan, se ha dividido en varios tipos, siendo uno de los más desarrollados la *piscicultura* o cultivo de peces.



### 1.1. ACTIVIDADES SEMEJANTES DE LA ACUICULTURA Y LA AGRICULTURA

<b>AGRICULTURA</b>	<b>ACUICULTURA</b>
1. Preparación del suelo para sembrar.	1. Preparación del estanque.
2. Sembrar al propio tiempo y espacio suficiente	2. Sembrar el estanque con tiempo, especie y densidad apropiada
3. Control de competidores, hierbas, insectos, enfermedades.	3. Control de peces silvestres, plantas
4. Seguridad	4. Estanque ubicado en sitio para seguridad propia.
5. Abone, riegue y baje densidad.	5. Abone, alimente, haga cosecha parcial, mantenga el nivel de agua.
6. Coseche en tiempo apropiado.	6. Planee la cosecha para el tiempo
7. Mercadeo	7. Mercadeo

### 1.2. COMPARACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE LOS PESCADORES PROFESIONALES Y LOS CULTIVADORES

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>PESCADOR</b>	<b>CULTIVADOR</b>
Obtención del producto	Está en dependencia, casi exclusiva, de la propagación natural, en áreas públicas.	Puede proporcionarse los adultos y hacerles desovar artificialmente o recoger jóvenes para criarlos en áreas privadas (propias o arrendadas)
Cuidado del producto	No necesita cuidados	Generalmente se debe procurar un caudal de agua restringido, diques y compuertas. Controla la cantidad y la calidad del agua. Proporciona alimento y controla la competencia, la enfermedad y la depredación.
Aumento de la producción	Depende de las regulaciones del gobierno. Aparejos de mejor calidad. Posible contribución de especies crecidas en criaderos.	Aumenta el crecimiento y la supervivencia, mediante alimento, selección artificial y protección contra la enfermedad, depredadores y competidores.
Recogida	Depende de la búsqueda en áreas públicas. Se lleva a cabo por cualquier pescador con licencia, durante las estaciones abiertas, usando aparejos legales, cuando hay organismos disponibles.	Según se necesite, usando redes, desecación o cualquier otro método usado por el dueño, arrendatario o sus empleados, en áreas privadas (propias o arrendadas). Puede hacerse en la época del año que más convenga.

### 1.3. VENTAJAS QUE OFRECE LA PISCICULTURA

1. El costo de los peces se reduce, debido a que resulta más costoso llegar a los ríos para capturarlos, comprar artes para pescarlos, establecer métodos para conservarlos y llevarlos a los mercados.
2. Los estanques pueden construirse en terrenos que no son útiles para la agricultura o la ganadería, siempre que exista suministro de agua suficiente, también se pueden usar campos de cultivo como los arrozales.
3. El piscicultor puede calcular su producción según las necesidades del mercado, mientras que, cuando los peces se capturan en el medio natural, es difícil saber cuál será la cantidad de organismos que se obtienen.
4. El crecimiento y la engorda de peces pueden controlarse, aumentando o mejorando la dieta; asimismo se pueden mejorar genéticamente las especies, como lo que están realizando en Francia al lograr truchas bisexuales, es decir, que al mismo tiempo los organismos presentan órganos masculinos y femeninos, lo que les permite autofecundarse y obtener generaciones puras con mejores características en cuanto a tamaño y calidad reproductiva.
5. En los estanques sólo se desarrollan las especies que se están cultivando y se evita la existencia de depredadores y competidores, por lo que la mortalidad natural debe ser mínima. También, al combatir a los parásitos, la calidad de los peces es mayor.
6. Por último, desde que se establece el cultivo se sabe quién es el propietario de la producción, lo que no sucede con la captura en los lagos y ríos.

Sin embargo, a pesar de todas estas ventajas, es importante subrayar que siempre el cultivo tiene que ser rentable, es decir, que se debe recuperar lo invertido, y obtener una ganancia razonable.



## **II. BIOLOGÍA DE LA TILAPIA**

Las tilapias son endémicas de África y Palestina, en la actualidad se hayan distribuidas en el resto del mundo atendiendo a introducciones artificiales. Su distribución queda circunscrita a las áreas tropicales y subtropicales delimitadas por las isothermas invernales de los 20°C.

Es resistente a enfermedades, se reproduce con facilidad, consume una gran variedad de alimentos y tolera aguas con bajas concentraciones de oxígeno disuelto. Comúnmente, es cultivada en estanques, jaulas y arrozales inundados. La mayoría de las especies de tilapia pueden crecer en aguas salobres y algunas se adaptan al agua de mar. Todas estas características hacen que la tilapia sea una especie de cultivo apta en la mayoría de los países en vía de desarrollo.

Dada la gran diversidad de las especies pertenecientes al grupo de las tilapias, se ha aceptado dividir al grupo, generalmente conocido como tilapia, en tres géneros atendiendo a su origen, morfología, hábitos alimenticios y reproductivos:

*Tilapia* spp:

Hábitos alimenticios herbívoros. Incubación de huevos y protección de los alevines se realiza sobre el sustrato del fondo.

*Sarotherodon* spp:

Hábitos alimenticios tienden a ser planctófagos. Incubación de huevos y protección de los alevines la efectúa el macho en su cavidad bucal (en algunas especies la efectúan ambos sexos).

*Oreochromis* spp:

Hábitos alimenticios tienden a ser planctófagos. Incubación de huevos y protección de los alevines la efectúa la hembra en su cavidad bucal, quien migra a un área protegida.

La amplia distribución de algunas especies se debe a los trasplantes deliberadamente realizados por el hombre. Así por ejemplo, *O. niloticus* y *O. aureus* se han extendido debido a sus cualidades de crecimiento. En años más recientes *O. hornorum* se popularizó en distintas partes del mundo debido a sus ventajas genéticas para la obtención de híbridos.

## 2.1. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES MÁS CULTIVADAS

### a) Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*)



#### 1. Reproducción:

- \* La hembra incuba los huevos en su boca.
- \* El rango óptimo de temperatura es de 25 a 29 grados centígrados.
- \* Puede desovar 3 veces al año produciendo de 750 a 6,000 huevos al año.
- \* Los huevos eclosionan entre los 3 y 5 días; la hembra cuida las larvas de 8 a 10 días después de la eclosión.

#### 2. Alimentos:

- \* Las larvas se alimentan de zooplancton.
- \* Los adultos comen zooplancton, fitoplancton, insectos y otros organismos del fondo. También aceptan alimento procesado.

#### 3. Cultivo:

- \* El rango óptimo de temperatura es de 25 a 30 grados centígrados.
- \* Su límite inferior de temperatura es de 11 grados centígrados.
- \* Puede crecer bien en aguas con salinidades de hasta 20 partes por mil.

## **b) Tilapia azul (*Oreochromis aureus*)**

### **1. Reproducción:**

- \* La hembra incuba los huevos en su boca.
- \* Temperatura óptima es de 23 a 28 grados centígrados.
- \* Puede desovar 3 o más veces durante el año produciendo de 1,500 a 4,300 huevos al año.
- \* Los huevos eclosionan entre los 3 y 5 días; la hembra cuida las larvas de 8 a 10 días después de la eclosión.



### **2. Alimentos:**

- \* Las larvas se alimentan de zooplancton.
- \* Los adultos consumen zooplancton, fitoplancton y organismos del fondo. También comen alimento procesado.

### **3. Cultivo:**

- \* Prefiere temperaturas de 25 a 30 grados centígrados.
- \* Su límite inferior de temperatura es de 8 a 9 grados centígrados.
- \* Crece bien en salinidades de 16 a 20 partes por mil.

## **c) *Oreochromis mossambicus***

### **1. Reproducción:**

- \* La hembra incuba los huevos en su boca.
- \* Temperatura óptima es de 23 a 28 grados centígrados.
- \* Puede desovar de 6 a 12 veces al año produciendo de 2,000 a 10,000 huevos al año.
- \* Los huevos eclosionan entre los 2 y 5 días; la hembra cuida las larvas de 8 a 10 días después de la eclosión.

### **2. Alimentos:**

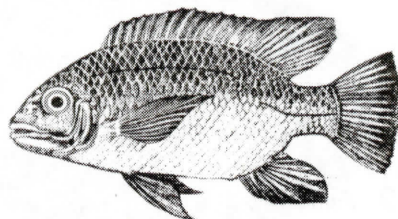
- \* Las larvas se alimentan de zooplancton.
- \* Los adultos se alimentan de zooplancton, fitoplancton y alimento procesado.



3. Cultivo:

- \* El rango óptimo de temperatura es de 25 a 30 grados centígrados.
- \* Su límite inferior de temperatura es de 10 a 12 grados centígrados.
- \* Desovan y crecen bien en agua del mar.

**d) Tilapia rendalli o melanopleura**



1. Reproducción:

- \* Ambos padres excavan un nido donde incuban los huevos y larvas.
- \* El rango óptimo de temperatura es de 25 a 30 grados centígrados.
- \* Puede desovar cada 7 semanas produciendo de 12,000 a 20,000 huevos al año.
- \* Los huevos eclosionan a los 5 días.

2. Alimentos:

- \* Los alevines se alimentan de zooplancton.
- \* Los adultos comen plantas acuáticas, insectos, algas y alimento procesado.

3. Cultivo:

- \* Su temperatura óptima es de 28 grados centígrados.
- \* Su límite inferior de temperatura es de 12 a 13 grados centígrados.
- \* Pueden tolerar aguas salobres.

**e) Tilapia zilli**

**1. Reproducción:**

- \* Los padres excavan un nido e incuban los huevos y larvas.
- \* Su rango óptimo de temperatura es de 22 a 26 grados centígrados.
- \* Es posible obtener 6 desoves al año con 6,000 a 42,000 huevos/año.
- \* Los huevos eclosionan entre los 3 y 5 días.

**2. Alimentos:**

- \* Las larvas se alimentan de zooplancton.
- \* Los adultos comen fitoplancton, hojas, tallos, plantas acuáticas con raíz y alimento artificial.

**3. Cultivo:**

- \* Su temperatura óptima es de 28 grados centígrados.
- \* Su límite inferior de temperatura es de 8 a 9 grados centígrados.
- \* Puede crecer bien en agua de mar.



## HÍBRIDOS



Tilapia stirling  
(*Oreochromis* sp)



Tilapia blanca  
(*Oreochromis* sp)



Tilapia roja  
(*Oreochromis* sp)

### 2.2. MORFOLOGÍA EXTERNA

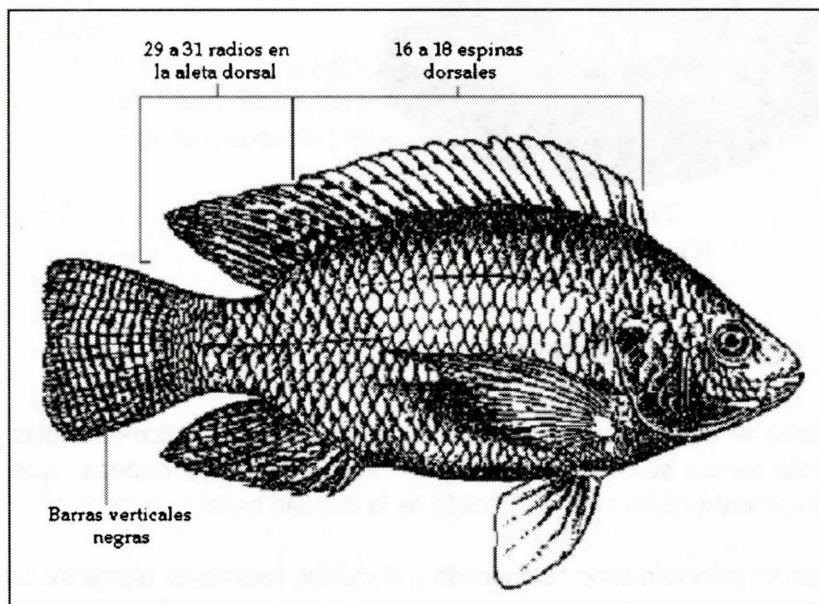
Los cíclidos se diferencian de la gran mayoría de los peces dulce-acuícolas por la presencia de un solo orificio nasal a cada lado de la cabeza, que sirve simultáneamente como entrada y salida de la cavidad nasal.

El cuerpo es generalmente comprimido y discoidal, raramente alargado. La boca es protáctil, generalmente ancha, a menudo bordeada por labios gruesos; las mandíbulas presentan dientes cónicos y en algunas ocasiones incisivos.

Para su locomoción poseen aletas pares e impares. Las aletas pares las constituyen las pectorales, que comprenden el par posterior de los miembros; las ventrales o pelvianas, que son también llamadas abdominales cuando están situadas muy atrás del cuerpo, torácicas cuando se encuentran a nivel de los pectorales y yugulares cuando están situadas por delante de las torácicas.

Las impares están constituidas por las aletas dorsales, la caudal y la anal. Ciertas características de estas aletas en los peces cíclidos, es que la parte anterior de la aleta dorsal y anal es corta, consta de varias espinas y la parte terminal de radios suaves, disponiendo sus aletas dorsales en forma de cresta.

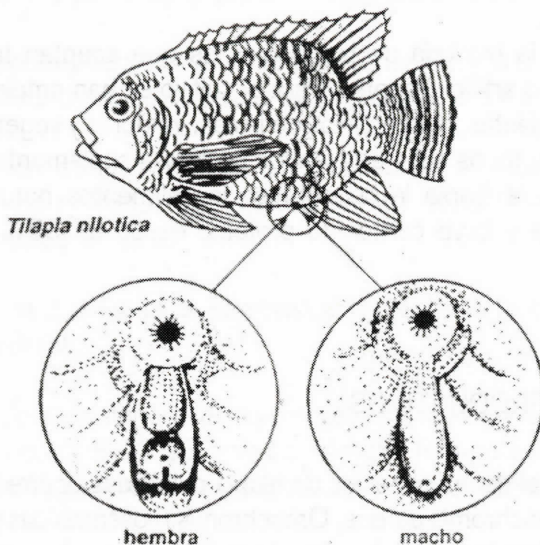
La aleta caudal es redonda, trunca y raramente cortada, como en todos los peces, esta aleta le sirve para mantener el equilibrio del cuerpo durante la natación y al lanzarse en el agua. Estos peces presentan escamas, de tipo cicloides, éstas son redondas en su parte libre, delgadas, flexibles, presentan estrías radiales y constituyen un elemento de protección.





### 2.3. CARACTERES SEXUALES

La diferenciación externa de los sexos se basa en que el macho presenta dos orificios bajo el vientre: el ano y el orificio urogenital, mientras que la hembra posee tres: el ano, el poro genital y el orificio urinario. El ano está siempre bien visible; es un agujero redondo. El orificio urogenital del macho es un pequeño punto. El orificio urinario de la hembra es microscópico, apenas visible a simple vista, mientras que el poro genital se encuentra en una hendidura perpendicular al eje del cuerpo.



### 2.4. HÁBITOS ALIMENTICIOS

Todas las tilapias tienen una tendencia hacia hábitos alimenticios herbívoros, a diferencia de otros que se alimentan, o bien de pequeños invertebrados o son piscívoros. Las adaptaciones estructurales de las tilapias a esta dieta son principalmente un largo intestino muy plegado, dientes bicúspides o tricúspides sobre las mandíbulas y la presencia de dientes faríngeos. Debido a la diversidad de alimentos que varían desde vegetación macroscópica hasta algas unicelulares y bacterias, los dientes también muestran variaciones en cuanto a dureza y movilidad. El género *Oreochromis* se clasifica como omnívoro, por presentar mayor diversidad en los alimentos que ingiere, tendiendo hacia el consumo de zooplancton.

Las tilapias son peces provistos de branqui-espinas (las cuales son protuberancias en el arco del cartílago formando la unidad de sostén de cada branquia) con los cuales los peces pueden filtrar el agua para obtener su alimentación consistiendo en algas y otros organismos acuáticos microscópicos. Los alimentos ingeridos pasan a la faringe donde son mecánicamente desintegrados por los dientes faríngeos. Ellos trituran el alimento en pequeñas partículas. Esto ayuda en el proceso de absorción en el intestino, el cual mide de 7 a 10 veces más que la longitud del cuerpo del pez. Se ha detectado en tilapias una sección del intestino con pH reducido.

Una característica de la mayoría de las tilapias es que aceptan fácilmente los alimentos suministrados artificialmente. Para el cultivo se han empleado diversos alimentos, tales como plantas, desperdicios de frutas, verduras y vegetales, semillas oleaginosas y cereales, todos ellos empleados en forma suplementaria. La base de la alimentación de la tilapia la constituyen los alimentos naturales que se desarrollan en el agua y cuyo contenido proteico es de un 55% (peso seco) aproximadamente.

### 2.5. HÁBITOS REPRODUCTIVOS

La reproducción natural de las especies de tilapia cultivadas ocurre en una o dos vías. Las especies *Oreochromis aureus*, *Oreochromis mossambicus* y *O. niloticus*, son llamadas incubadoras bucales. Las hembras incuban sus huevos en su boca después que son desovados y fertilizados por el macho. Las especies *T. rendalli* y *T. zilli* son llamadas desovadoras de substrato porque los huevos son desovados e incubados en el fondo del substrato en un nido excavado por el macho y hembra. Los padres cuidan sus huevos y larvas, pero no los protegen en sus bocas.

Es una especie muy prolífera, a edad temprana y tamaño pequeño. Se reproduce entre 20 - 25 °C (trópico). El huevo de mayor tamaño es más eficiente para la eclosión y fecundidad. La madurez sexual se da a los 2 ó 3 meses. En áreas subtropicales la temperatura de reproducción es un poco menor de 20 - 23 °C. La luz también influye en la reproducción, el aumento de la iluminación o disminución de 8 horas dificultan la reproducción.



Tiene 7 etapas de desarrollo embrionario, después del desove completa 4 etapas. El tamaño del huevo indica cuál será el tamaño a elegir para obtener el mejor tamaño de alevín.

Hembra de 16 - 70 g — 615 huevos — 4.0 mg el huevo

Hembra de 160 - 200 g — 915 huevos — 5.9 - 6.0 mg el huevo

Las hembras deben seleccionarse de un tamaño considerable, pues el número y tamaño de huevos por desove depende del peso corporal de la misma.

El género *Oreochromis* se caracteriza por menor número de huevos pero de mayor tamaño. La fecundidad es de pocos cientos a mil o dos mil huevecillos por desove.

A continuación se describe la secuencia de eventos característicos del comportamiento reproductivo (apareamiento) de la *Oreochromis niloticus* en cautividad (Figuras 1 a la 6).

1. Después de 3 a 4 días de sembrados los reproductores se acostumbran a los alrededores.
2. En el fondo del estanque el macho delimita y defiende un territorio, limpiando un área circular de 20 a 30 cm de diámetro forma su nido. En estanques con fondos blandos el nido es excavado con la boca y tiene una profundidad de 5 a 8 cm.
3. La hembra es atraída hacia el nido en donde es cortejada por el macho.
4. La hembra deposita sus huevos en el nido para que inmediatamente después sean fertilizados por el macho.
5. La hembra recoge los huevos fertilizados con su boca y se aleja del nido. El macho continúa cuidando el nido y atrayendo otras hembras con que aparearse. Para completarse el cortejo y desove requieren de menos de un día.



6. Antes de la eclosión los huevos son incubados de 3 a 5 días dentro de la boca de la hembra. Las larvas jóvenes (con saco vitelino) permanecen con su madre por un periodo adicional de 5 a 7 días, escondiéndose en su boca cuando el peligro acecha. Las hembras no se alimentan durante los periodos de incubación y cuidado de las larvas.

La hembra estará lista para aparearse de nuevo aproximadamente una semana después de que ella deja de cuidar a sus hijos.

Después de dejar a sus madres los pececillos forman grupos (bancos) que pueden ser fácilmente capturados con redes de pequeña abertura (ojo) de malla. Bancos grandes de pececillos pueden ser vistos de 13 a 18 días después de la siembra de los reproductores.



Figura 1:

Arriba, dos machos rivales defienden sus nidos.  
Abajo, un macho limpia un área para construir un nido.

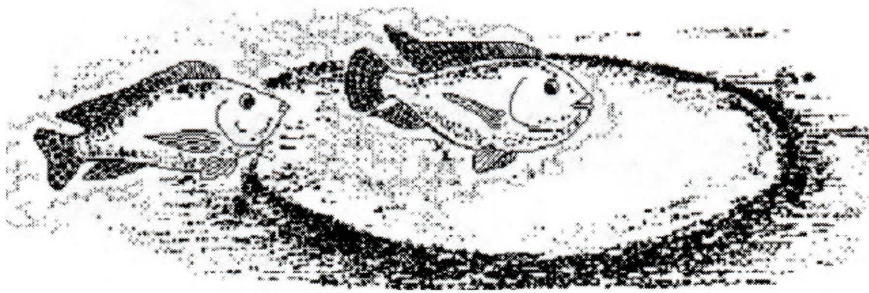


Figura 2:  
Para aparearse, el macho corteja y atrae a la hembra hacia su nido

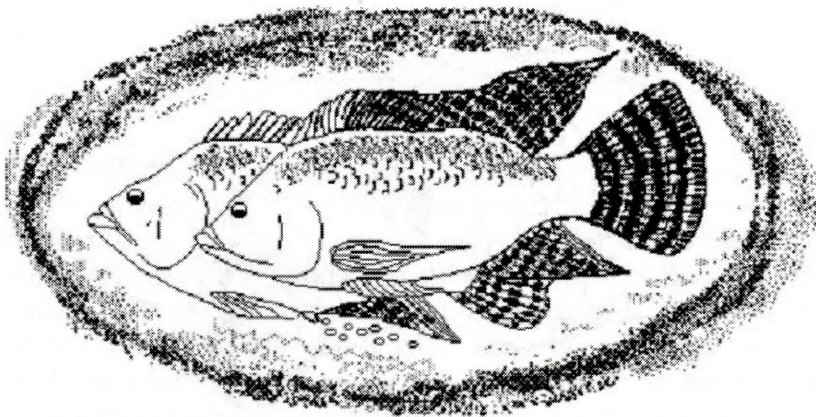


Figura 3:  
Una pareja de *Oreochromis niloticus* apareándose.  
La hembra deposita los huevos mientras el macho  
espera listo para fertilizarlos

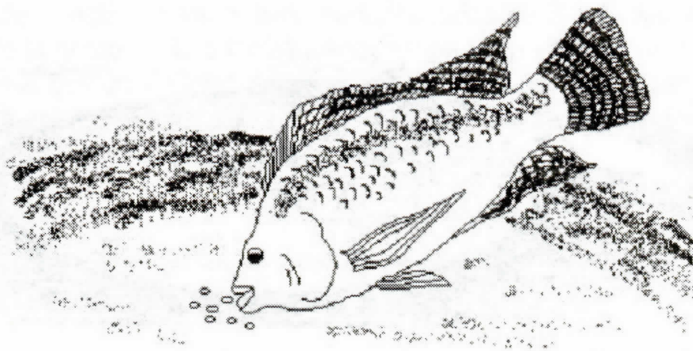


Figura 4:  
Después que el macho fertiliza los huevos  
la hembra los recoge con su boca para incubarlos

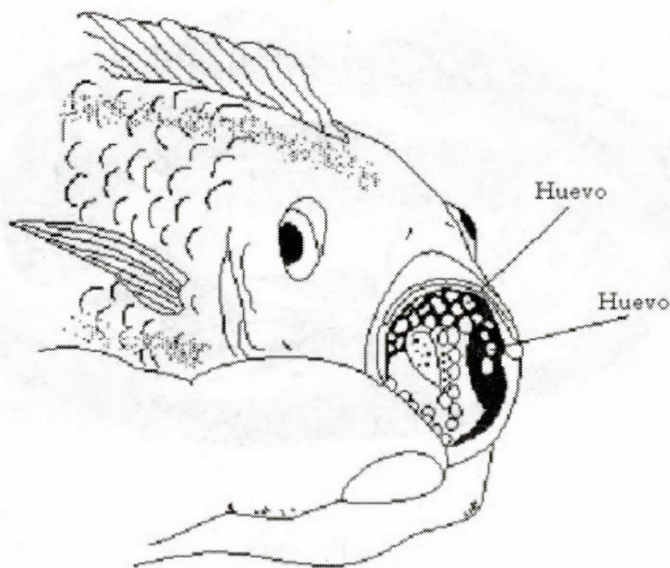


Figura 5:  
Una hembra incuba los huevos dentro de su boca.  
Estos eclosionarán entre 3 a 5 días. Observe la forma  
como la garganta se extiende para alojar los huevos



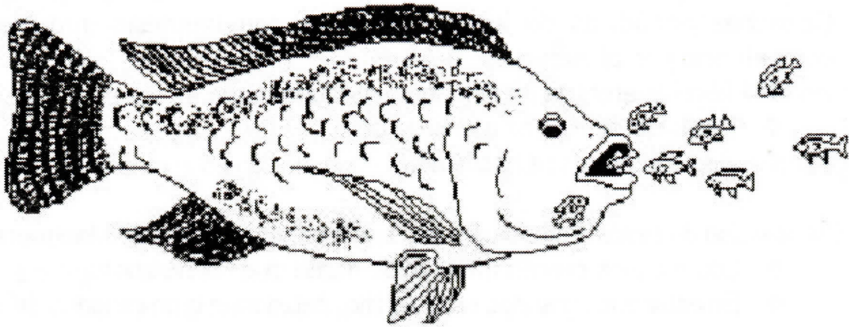


Figura 6:

Una hembra protege sus crías por espacio de 5 a 7 días.  
Estas se esconden dentro de su boca cuando el peligro acecha.

## 2.6. PROBLEMA DE LA SOBREPoblACIÓN

La facilidad con que la tilapia produce alevines la hace una buena especie de cultivo. Sin embargo, esto también ocasiona problemas. Debido a que la supervivencia de los juveniles es alta, los estanques se sobrepoblan fácilmente. Esto agota rápidamente la cantidad de alimento natural disponible causando un bajo crecimiento de los peces. Cuando esto ocurre cerca del 75% de la población no alcanza a pesar menos de 100 gramos cada uno. Este problema no es tan grave en África y Asia en donde se consumen hasta peces pequeños. Cuando el tamaño de la tilapia preferido en el mercado es mayor a 150 gramos, se necesitan técnicas especiales de cultivo. Estas técnicas requieren de diferentes habilidades y niveles de manejo, produciendo un éxito variable en la obtención de tilapia de mayor tamaño. Algunas de éstas técnicas pueden combinarse para aprovechar mejor los recursos.

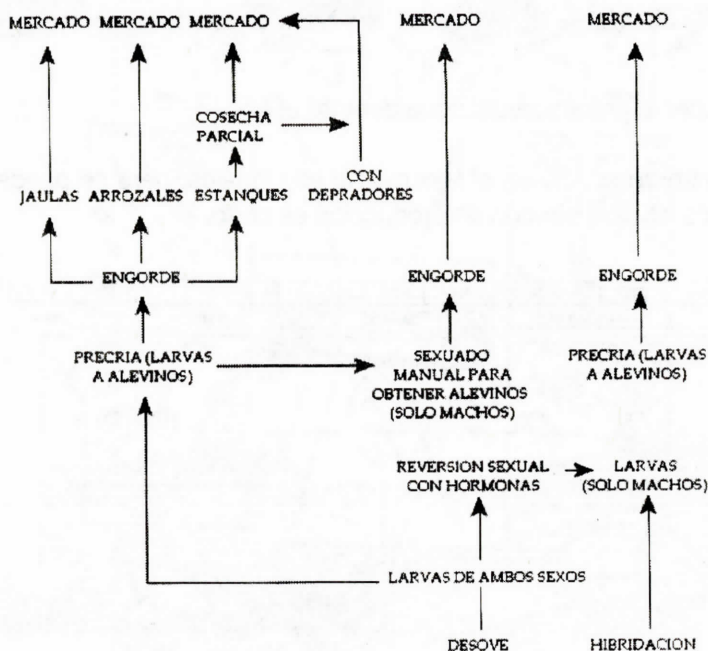
A continuación se enumeran las ventajas y desventajas de siete métodos utilizados para controlar la reproducción de la tilapia.

1. Cosechas periódicas de larvas y alevines con trasmallo, reduciendo la competencia por alimento.
  - ❖ Técnica efectiva en estanques pequeños.
  - ❖ Requiere de mucha mano de obra.
  - ❖ Requiere de poca habilidad.
2. Separación de sexos después de un período previo de cultivo (cultivo monosexo).
  - ❖ Los machos crecen más rápidamente que las hembras.
  - ❖ En estanques grandes es muy difícil debido a la gran cantidad de alevines requeridos.
  - ❖ El proceso de separación manual (sexado) es tedioso y sujeto a errores. Su grado de eficiencia es de 90%.
  - ❖ Requiere de personal capacitado.
3. Siembra de alevines de machos híbridos.
  - ❖ Los machos crecen más rápidamente que las hembras.
  - ❖ Requiere de reproductores de líneas puras.
  - ❖ Requiere de laboratorios especiales de producción de larvas y personal capacitado.
  - ❖ Los alevines híbridos son costosos de producir.
4. Cultivo en jaulas flotantes en el estanque.
  - ❖ Los huevos desovados salen a través de las aberturas de malla de la jaula y mueren, previniendo la sobrepoblación.
  - ❖ Los materiales de construcción de las jaulas pueden ser costosos.
  - ❖ Requiere de alimentación intensiva y de buena calidad.
5. Cultivo a altas densidades en estanques o canales ("raceways").
  - ❖ La tasa de reproducción se reduce cuando la densidad de tilapia es alta.
  - ❖ Requiere de alimentación intensiva y de buena calidad.
  - ❖ Requiere de una buena disponibilidad de agua.
  - ❖ Requiere de aeradores eléctricos, de gasolina o de diesel.
  - ❖ Requiere de personal calificado.



6. Siembra de peces depredadores (alevines o adultos) en el estanque de engorde de tilapia.
  - ❖ Los depredadores controlan la reproducción.
  - ❖ Se requieren dos diferentes especies de peces.
  - ❖ Se debe sembrar tilapia de mayor tamaño para evitar que se la coma el depredador.
  - ❖ A veces es difícil conseguir suficiente número de peces depredadores.
7. Reversión sexual alimentando larvas de tilapia con hormonas masculinizantes para producir alevines sólo machos.
  - ❖ Las hormonas son difíciles de conseguir.
  - ❖ Se requiere de personal calificado.

La siguiente figura es un diagrama que representa cómo estos métodos encajan dentro de los diferentes sistemas de producción.

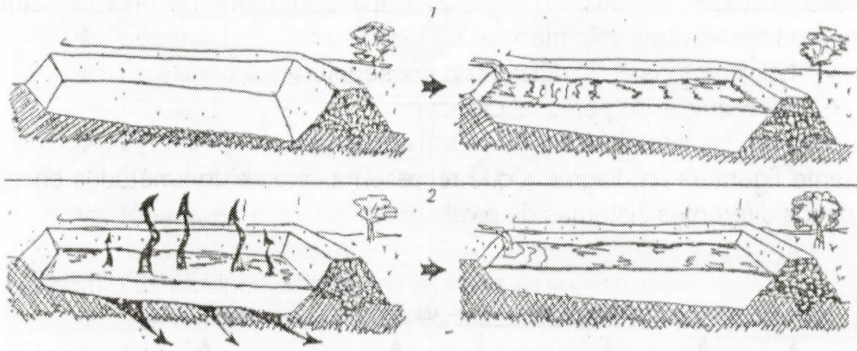


### III. SELECCIÓN DE SITIOS

#### 3.1. RECURSO HÍDRICO

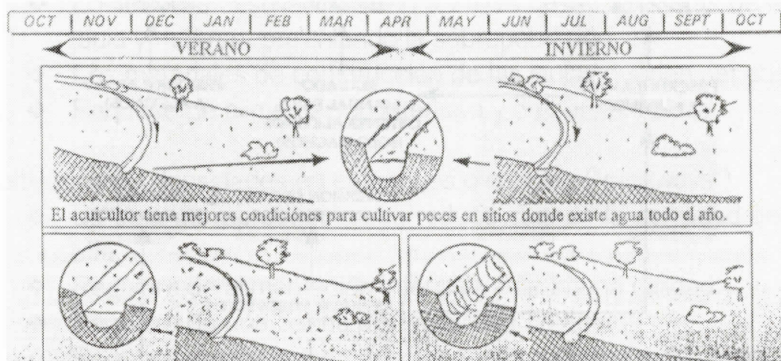
##### 3.1.1. Abastecimiento de agua

Cantidad: tiene que haber bastante agua para: 1) llenar el estanque y 2) para suplir el agua que se pierde por evaporación y por filtración.



Se debe conocer la presencia del agua durante el año.

Sitios que tienen agua sólo en el invierno no son ideales, pero se puede cultivar tilapia, en estos sitios el período de producción es corto.

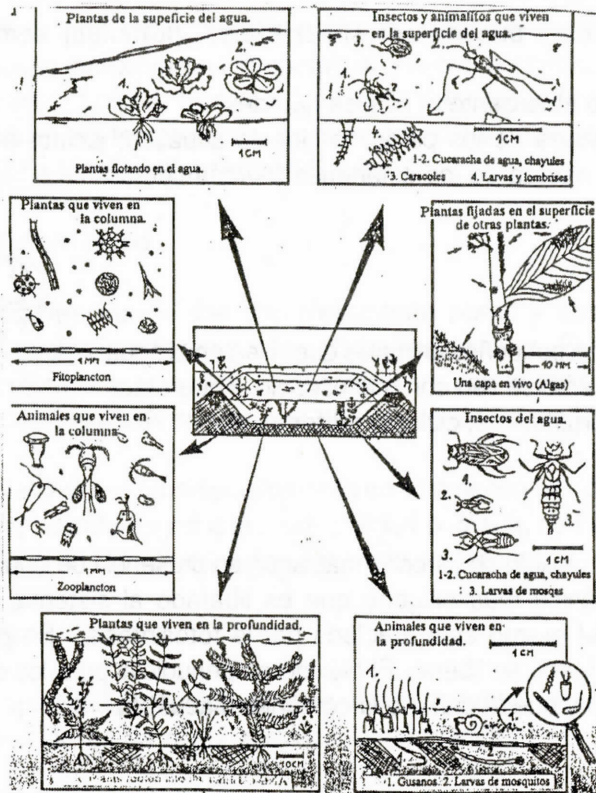


Fuentes: Pueden ser superficiales o subterráneas, o de ambas. Las superficiales pueden ser ríos, manantiales, lagos, estanques, canales de proyectos de irrigación; obteniéndose mediante bombeo o por gravedad. Las subterráneas son obtenidas mediante el abastecimiento de pozos y su capacidad debe ser determinada en condiciones críticas para poder diseñar el tamaño del proyecto.

### 3.1.2. Calidad de agua

#### Biología del Agua

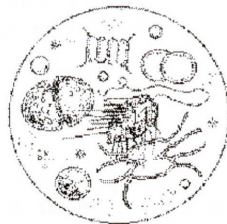
La biota que vive en el agua está formada por bacterias, fito, zoo, insectos y plantas acuáticas. Cada nivel trófico se alimenta uno al otro, el punto original es la bacteria, los elementos se transforman en materia orgánica a medida que son consumidos por otro.





Los componentes son:

Bacterias: autotróficas (utilizan bióxido de carbono) y heterotróficas (utilizan materia orgánica). Cuando viven en el detrito, los peces pueden utilizarlo como alimento y la bacteria es muy alta en proteína (50%), por eso se usa fertilizante orgánico en los estanques.

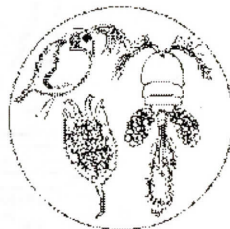


Fitoplancton: es un material vegetal viviente flotante en el agua, que sólo puede ser visto en el microscopio. Hay diferentes tipos: algas azul verdosas, algas verdes, diatomeas y dinoflagelados.

Plantas acuáticas: pueden ser superficiales, flotantes, semisumergidas o sumergidas.

- Superficiales o emergentes: son las grandes.
- Flotantes: maleza de los patos, terciopelo acuático, jacinto acuático.
- Sumergidas: maléza de los estanques (la más común es la chara).

Zooplancton: son pequeños animales que viven en el agua libre y flotando, sólo se ven con microscopio, entre éstos se encuentran crustáceos, ciclops, rotíferos, etc.



Fotosíntesis: el bióxido de carbono más agua en presencia de la luz solar y clorofila da materia orgánica más oxígeno que es liberado al sistema, por lo tanto la productividad del mismo está afectada por la fotosíntesis. Se produce materia orgánica y el oxígeno se libera. El bióxido es perjudicial para los organismos que respiran oxígeno y puede dañar a la comunidad acuática.

## Características físicas

### ❖ Temperatura

La fuente de calor para el agua es el sol. El agua tiene una gran capacidad para absorber y almacenar calor. Los cambios en la temperatura del agua son lentos y los organismos acuáticos están adaptados a vivir con temperaturas ambientales relativamente constantes.

La temperatura depende de factores ecológicos y climáticos de la zona e influye directa o indirectamente sobre los seres que ahí viven, incidiendo sobre la eficiencia y reproducción de la especie cultivada.

La tasa metabólica y la de crecimiento de los organismos acuáticos utilizados para piscicultura, son determinados en gran parte por la temperatura del agua. Estos animales no pueden mantener una temperatura corporal constante y elevada como los mamíferos y aves. Los cambios de la temperatura de su cuerpo reflejan fielmente las fluctuaciones en las temperaturas ambientales. Los peces de aguas cálidas desarrollan mejor a temperaturas entre 25 a 32 °C.

### ❖ Luz o Luminosidad

Las aguas naturales nunca son completamente puras y contienen muchas sustancias, las cuales interfieren con la penetración de la luz. El calor aparente es causado por la materia suspendida, la que interfiere con la penetración de la luz; estas partículas suspendidas son las que dan origen al término turbidez del agua.

La radiación solar influye considerablemente en el proceso de fotosíntesis de las plantas acuáticas, dando origen a la productividad primaria, que es la cantidad de plantas verdes que se forman durante un período de tiempo.

### ❖ Turbidez

Es el grado de opacidad producido en el agua por la materia orgánica suspendida, por las partículas de arcilla o por producción de plancton.

El cálculo del grado de turbidez es muy útil, dará una idea del florecimiento algal en el caso de ser producida por materia orgánica. Cuando es muy alta y producida por partículas de arcilla puede causar muerte en los peces, ésto se puede corregir agregando fertilizante orgánico, a razón de 2.5 Kg/Ha, en 2 ó 3 aplicaciones semanales.

La turbidez de los estanques puede medirse con el disco Secchi, éste consiste en un disco de 20 cm de diámetro que tiene 2 cuadrantes negros y 2 blancos intercalados. Para medir la turbidez se introduce el disco en el agua y se mide la profundidad a la cual desaparece de la vista. Si la visibilidad del disco es menor de 30 cm pueden haber problemas de oxígeno, si es mayor fomenta el crecimiento de algas.

### Características químicas

#### ❖ Salinidad

Los peces pueden tolerar diferentes salinidades pero son sensibles a los cambios bruscos de la misma. El agua de mar contiene 34 ppt (partes por mil) de salinidad, el agua dulce tiene muy poco o nada, normalmente menor o igual a 1 ppt. La *O. niloticus* puede vivir, crecer y reproducirse a una salinidad de 24 ppt. Las lecturas de salinidad son tomadas con un Salinómetro óptico, que es de fácil manejo y uso en el campo, se puede tomar la lectura en pocos segundos.

#### ❖ pH

Es la medida de ión hidrógeno en el agua que determina la solubilidad de ciertas sustancias. La escala para los valores de pH es de 0 a 14.

Menor de 7 = Ácido; igual a 7 = Neutro y mayor a 7 = Básico.

Con valores de 6.5 a 9 se tienen condiciones para cultivo de peces, por encima o debajo habrá complicaciones en los peces, lo que disminuirá la producción. Valores extremos de pH, cercanos a 5 o 10 reducen la eficiencia en la reproducción, disminuyen el crecimiento, aumentan exposición a enfermedades y disminuyen el apetito de los peces.



Como corregir el pH :

- Si es menor de 6 se agrega cal.
- Si es mayor de 9 se agrega sulfato de calcio

Parámetros recomendables

PARÁMETROS	RANGOS
Temperatura	25.0 - 32.0 °C
Oxígeno Disuelto	5.0 - 9.0 mg/l
pH	6.0 - 9.0
Alcalinidad Total	50 - 150 mg/l
Dureza Total	80 - 110 mg/l
Calcio	60 - 120 mg/l
Nitritos	0.1 mg/l
Nitratos	1.5 - 2.0 mg/l
Amonio Total	0.1 mg/l
Hierro	0.05 - 0.2 mg/l
Fosfatos	0.15 - 0.2 mg/l
Dióxido de Carbono	5.0 - 10 mg/l
Sulfuro de Hidrógeno	0.01 mg/l

### 3.2. FACTORES CLIMÁTICOS

❖ **Temperatura:** Los rangos óptimos de temperatura oscilan entre 20 - 30 °C, pueden soportar temperaturas menores. A temperaturas menores de 15 °C no crecen. La reproducción se da con éxito a temperaturas entre 26 - 29 °C. Los límites superiores de tolerancia oscilan entre 37 - 42 °C.

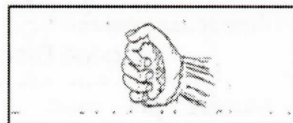
❖ Altitud: 850 a 2,000 m.s.n.m.

### 3.3. CALIDAD DEL SUELO

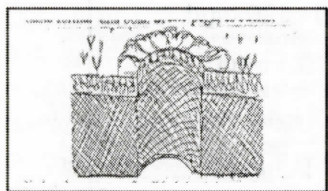
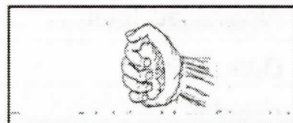
El sitio que se selecciona para construir un estanque debe tener tierra adecuada que pueda retener el agua estancada.

Para saber si el suelo es el adecuado se lleva una muestra al laboratorio, o se realiza una prueba de campo:

Tome un puñado de tierra de la superficie y apriételo bien para formar una bola, si éste pega es bueno

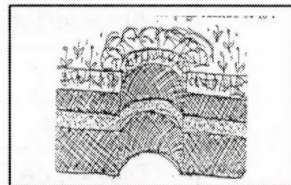


si no pega es suelo inadecuado.



Si a una profundidad de 1 m tiene la misma característica, es adecuado para construir estanques

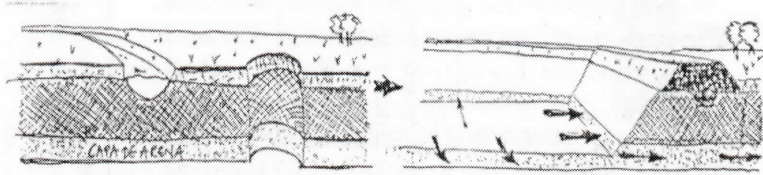
Si el suelo contiene capas de arena y muchas piedras, no es adecuado para construir estanques.



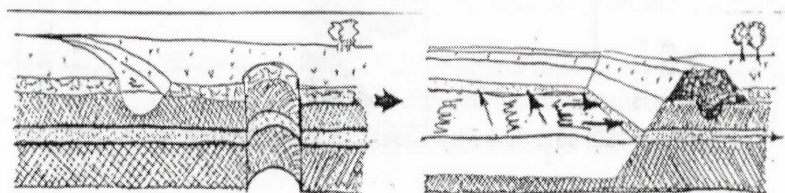
El suelo más adecuado es del color negro o de arcilla porque retiene el agua. Arcilla arenada y suelo de color rojo no son muy adecuados. Suelo arenoso y arena no son adecuados.

La estructura del suelo es también muy importante al momento de seleccionar el sitio para la construcción de los estanques. Un suelo inadecuado no retendrá el agua estancada.

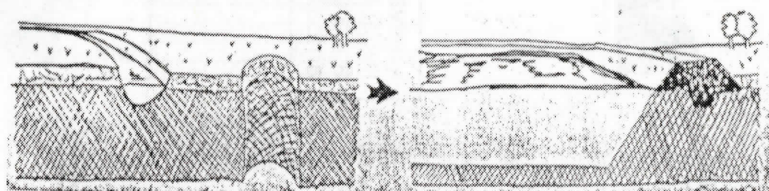
Donde hay capas de arena, a 1 m de profundidad, la tierra buena va a filtrar y salir.



Si las capas de arena están en la superficie, el agua saldrá por filtración.



En los sitios donde el suelo tiene buena calidad hasta una profundidad de 1 m, si se deben construir estanques porque el agua no filtrará.



La permeabilidad puede medirse en un laboratorio o mediante la siguiente prueba de campo:





### 3.4. INVESTIGACIONES NECESARIAS PARA PROYECCIONES DE ESTACIONES PISCÍCOLAS

- A. Argumentación de la oportunidad económica de los objetivos
  - Breve descripción del terreno: inclinación, relieve, distancia en que se encuentra la posible área de construcción, de la fuente de agua.
  - Datos de caudal y características de la fuente de agua.
  - Descripción de la pendiente de los ríos que existan como posible fuente de agua.
  
- B. Investigaciones de transporte y comunicación
  - Deben estar bien relacionados con la red de comunicaciones en la región.
  - Detallar caminos que existen y material del que están hechos y estado en que se encuentran.
  - Materiales disponibles en la región y costos de los mismos.
  
- C. Investigaciones piscícola-biológicas
  - Determinar la especie que se va a cultivar.
  - Recursos Naturales que existan en la Región.
  - Determinar y planificar medidas contra depredadores.
  - Planificar las medidas mejorativas del terreno (limpieza, fertilización, etc.)
  - Determinar cantidad de instrumentos y artes de pesca a utilizar.
  
- D. Investigaciones hidrológicas
  - Establecer las condiciones hidrológicas de la fuente de agua, cualitativa y cuantitativamente.
  - Factores meteorológicos más importantes (precipitaciones, evaporaciones y vientos).
  
- E. Investigaciones geológicas e hidrogeológicas
  - Determinar el coeficiente de filtración del suelo.
  - Calas en el terreno para observar a que nivel brotan las aguas subterráneas.
  - Determinación de las propiedades del suelo.

### F. Investigaciones económicas

- Reunir datos necesarios y determinar la situación económica.
- Calcular la rentabilidad de la Estación.

### G. Investigaciones topógrafo-geodésicas

- Levantamiento topográfico del terreno.
- Cálculos de movimiento de tierra.
- Proyección de los estanques.

## IV. INFRAESTRUCTURA DE PRODUCCIÓN

### 4.1. ESTANQUES

Un estanque es un cuerpo de agua estancado, opuesto a fluido libre, que es reducido lo suficiente para ser manejado para cultivo de peces. La producción de peces en estanques de cultivo puede proveer proteína y ganancias para los granjeros. Peces tales como tilapia y carpa son fáciles para cultivar y dan buenos rendimientos si se sigue un plan de manejo.

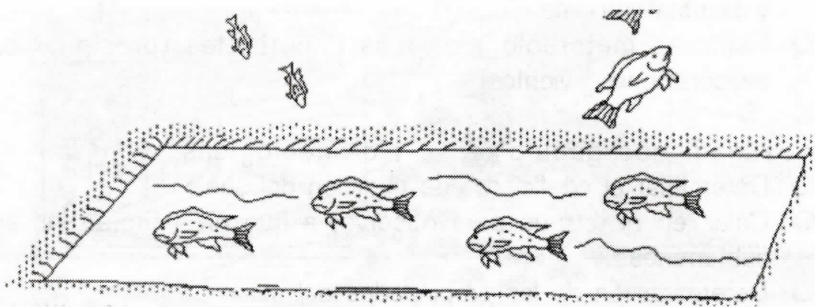
Los estanques pueden proveer proteína y ganancias para los granjeros:

#### INSUMOS

- agua
- tierra
- trabajo
- capital
- manejo

#### RENDIMIENTO

- proteína
- ganancia

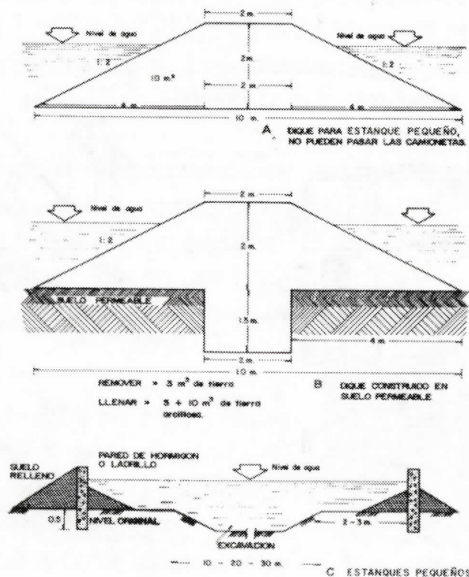




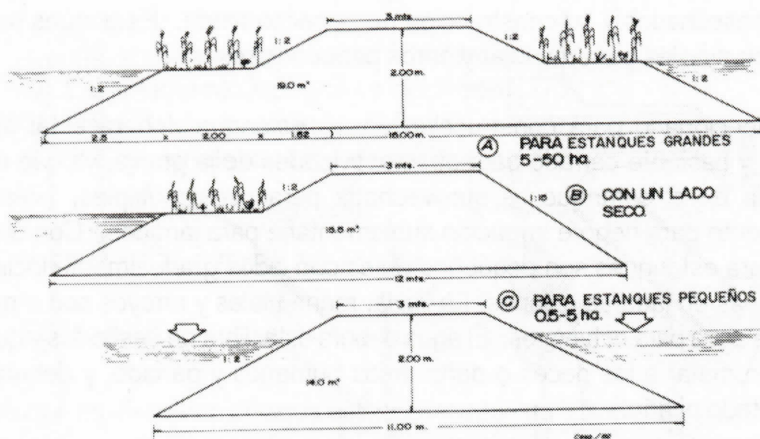
En muchos casos, el tamaño de los estanques está limitado por la topografía, disponibilidad de capital y costos de construcción. Los costos de construcción para estanques menores de 100 m<sup>2</sup> de superficie, son altos en relación al peso de los peces cosechados y su construcción no se recomienda. Estanques mayores de 1 Ha son difíciles para manejar y caros para construir.

El sitio seleccionado para construcción de un estanque deberá estar libre de inundación y bastante cerrado para otras actividades de la granja, ya que el agua almacenada en el estanque es aprovechada para usos múltiples, tales como abastecimiento para riego e irrigación suplementaria para jardines. Comúnmente los sitios para estanques son pequeños valles con lados gradualmente inclinados, y áreas planas en laderas o llanos. La lluvia, manantiales y arroyos son a menudo recursos de agua para estanques. El agua deberá estar libre de pesticidas y químicos que puedan matar a los peces o dañar a los humanos y ganado, y deberá estar disponible todo el año.

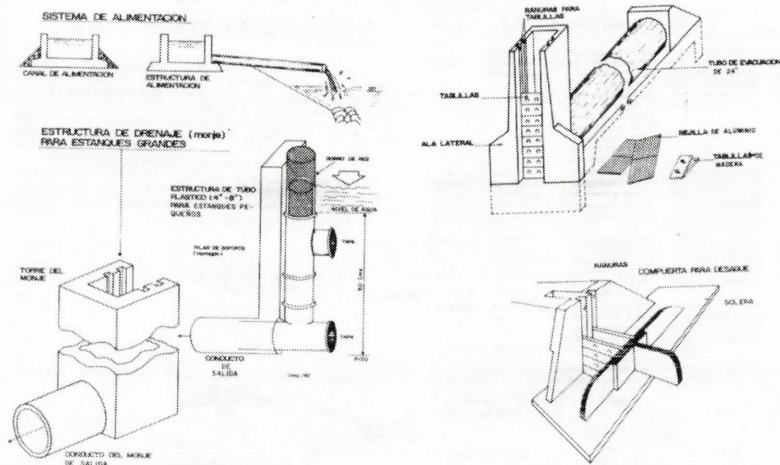
Para la construcción de los estanques pueden utilizarse los siguientes tipos de taludes (anchura 2 m), en estos no pueden pasar vehículos:



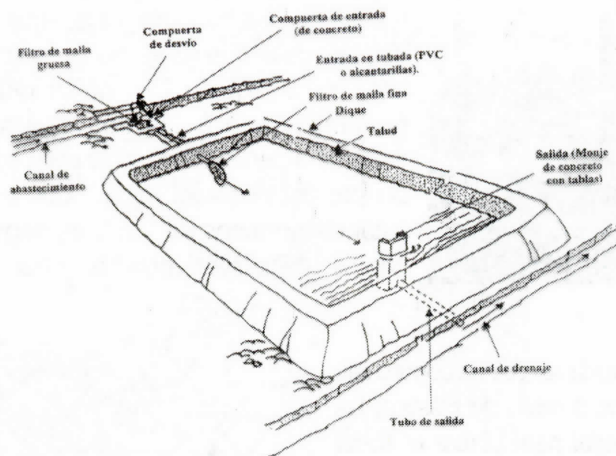
Si se requiere el paso de vehículos sobre los taludes, deberán ser de 3 m de ancho:



Para la alimentación y drenaje del agua se utilizan diversas estructuras:



La estructura de un estanque bien construido es:

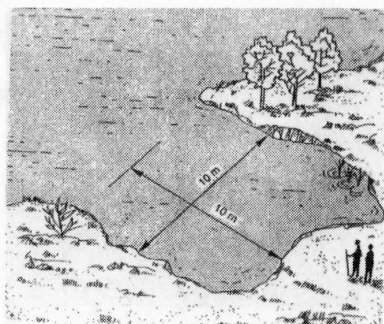


## 4.2. CORRALES

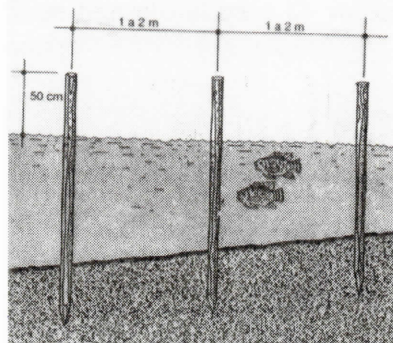
Se puede construir un corral en la parte menos profunda de un arroyo, un río, un lago o un embalse. La profundidad del agua en un corral no deberá exceder de 1.5 m en la parte más honda, también deberá asegurarse de que la misma nunca sea inferior a 1 m, incluso durante la estación seca.

El corral deberá colocarse en un lugar donde la corriente de agua sea suave y no rápida. Tendrá que estar protegido del viento, de manera que la superficie del agua se mantenga tranquila y no se agite. El agua deberá ser limpia. Nunca se debe construir un corral cerca de una boca de salida, donde el agua puede estar fangosa o llena de desechos.

El fondo del lugar elegido debe ser firme. No es fácil construir un corral cuando el fondo es demasiado blando y donde el agua puede volverse fangosa; además se debe elegir un lugar donde se pueda construir el corral utilizando muy pocos materiales, como la esquina de un embalse o el recodo de un arroyo.





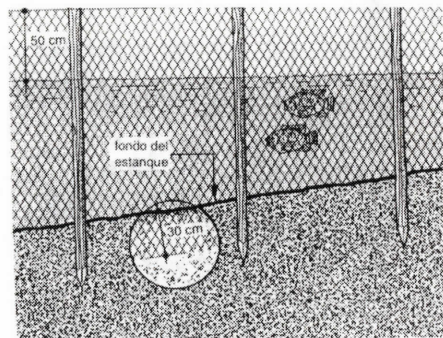


Un corral está cercado por una valla, se empieza hundiéndola una hilera de palos, si se utiliza madera que sea de la que no se pudre fácilmente cuando está en el agua. Los palos deberán ser lo suficientemente largos para hundiéndolos firmemente en el fondo y hacerlos sobresalir unos 50 cm del nivel del agua. Los palos deberán estar distanciados de 1 a 2 m, según el material que se utilice para cercar el corral.

El mejor material para la valla de un corral suele ser la red de pesca o malla de plástico; las aberturas del material para cercar el corral deberán ser suficientemente pequeñas como para que los peces de menor tamaño no puedan escapar; pero si son muy pequeñas pueden llenarse de suciedad o de diminutas plantas que crecen en el agua.



Si las aberturas se llenan de suciedad, el agua limpia no circulará por la valla y no limpiará el corral y los peces carecerán de suficiente aire; por consiguiente, se deben utilizar materiales con aberturas de 15 x 15 mm. Esta es la luz apropiada para retener dentro a los peces pequeños y también para la renovación de agua.

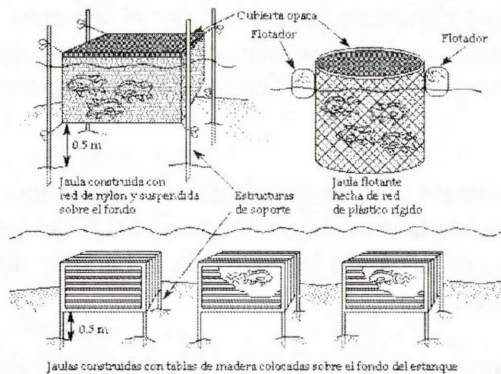


Cualquiera que sea el material utilizado deberá ser suficientemente alto para que quede enterrado por lo menos 30 centímetros en el fondo del corral; deberá llegar también al extremo superior de los palos, así se impedirá que los peces salgan del corral por el fondo o saltando por la parte superior.

### 4.3. JAULAS

Las jaulas se pueden construir en una gran variedad de formas, utilizando materiales como el bambú o tablas de madera y alambre, nylon u otras mallas sintéticas.

Las estructuras de soporte pueden sostener las jaulas sobre la superficie del agua o sobre el fondo de un cuerpo de agua



Las jaulas pueden variar de tamaño entre uno a varios cientos de metros cúbicos y pueden ser de cualquier forma, pero las más comunes son las rectangulares, cuadradas o cilíndricas. Las jaulas pequeñas son más fáciles de manejar que las grandes y pueden proveer una ganancia económica mayor por unidad de volumen. Las siguientes guías generales pueden servir de ayuda cuando se considera el cultivo en jaulas:

1. Los materiales usados para la construcción de jaulas deben tener las siguientes características:
  - Deben ser fuertes y durables, pero también livianos.
  - Deben permitir un recambio completo del volumen de agua cada 30 a 60 segundos, usando un mínimo de 13 milímetros cuadrados de abertura de malla.
  - Deben permitir una libre remoción de los desperdicios de los peces.
  - No deben producir stress o heridas a los peces; deben ser resistentes a la colonización por otros organismos.
  - No deben ser costosos.
  - Que puedan ser reemplazados fácilmente.



**2. Equipo auxiliar para las jaulas:**

- Una cubierta opaca completa o parcialmente removible para prevenir que los peces salten por fuera o para evitar la entrada a aves depredadoras.
- Barras de acero, tubos de PVC u otros materiales fuertes si se usa un marco rígido para sostener las paredes de la jaula.
- Flotadores.
- Anclas.
- Plataformas/puentes.
- Cajas o aros cilíndricos para mantener el alimento concentrado flotante. Estas estructuras deben poseer una malla de alambre que se extienda 40 centímetros por debajo y 20 centímetros por encima de la superficie del agua.

Si piensa utilizar alimento “sumergible” utilice una bandeja de malla sólida o de pequeña abertura, de tal forma que ocupe un 20% del fondo de la jaula. Para mantener este tipo de alimento los lados de la bandeja deben estar levantados entre 5 a 15 centímetros.

**3. Las jaulas deben ser ubicadas:**

- En áreas abiertas, con buena circulación de agua, pero protegidas de corrientes fuertes o del alto oleaje.
- Con hileras de jaulas separadas con por lo menos 2 metros.
- Lejos de agua estancada en donde la baja calidad del agua pueda causar stress o matar a los peces.
- En agua lo suficientemente profunda para que el fondo de la jaula quede por lo menos con 0.2 metros (0.5 preferiblemente) sobre los sedimentos del fondo.
- En áreas de fácil acceso para facilitar la rutina de mantenimiento y alimentación.

**4. Consideraciones de seguridad.**

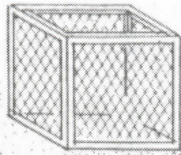
- Coloque las jaulas en donde se puedan observar fácilmente.
- Se puede requerir de guardias si el robo de peces es una amenaza seria.



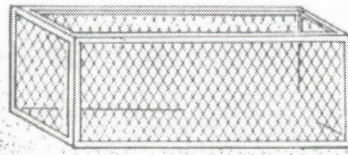
Las jaulas pueden ser redondas, cuadradas o rectangulares:



redonda

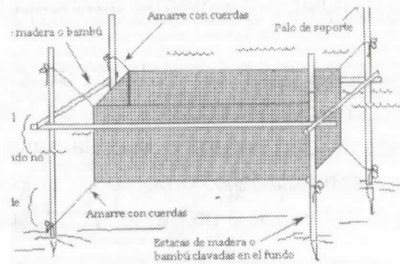
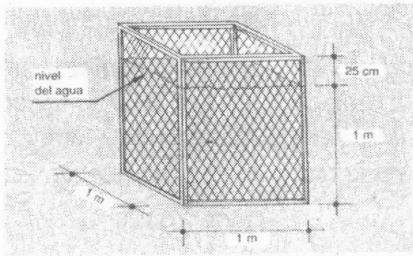


cuadrada



rectangular

Algunos modelos de jaulas pueden ser:



## V. SISTEMAS DE CULTIVO

Los sistemas de producción de peces varían desde sencillos a muy complejos; los sistemas de manejo sencillo se caracterizan por poco control sobre la calidad del agua, el valor nutricional del alimento y por producciones bajas.

Los sistemas de cultivo tradicionales son: Extensivo, Semi-intensivo, Intensivo y Super intensivo. De estos sistemas, el Semi-intensivo puede realizarse bajo varias modalidades, como son: Agroacuicultura o Rizipiscicultura (cultivo de peces en arrozales).

### 5.1 EXTENSIVO

Se caracteriza por un grado mínimo de modificación del medio ambiente, existiendo muy poco control sobre el mismo y la calidad y la cantidad de los insumos agregados para estimular, suplementar o reponer la cadena alimenticia.

El estanque tiene un sistema de drenaje, no hay control completo sobre el abastecimiento del agua; la tasa de siembra varía de 10,000 a 20,000 peces/Ha; la productividad natural que es la base de la cadena alimenticia de la nutrición del pez, es estimulada sólo por los nutrientes contenidos en el agua que se usa para llenar el estanque o proveniente del suelo.

El tamaño de los estanques oscila entre 10 a 20 Ha. De este sistema se puede esperar una producción que oscila entre 300-700 kg/cosecha y este tipo de sistema es viable sólo cuando el valor de la tierra y el costo de construcción del estanque son muy bajos o que el estanque es de doble propósito, por ejemplo las lagunas brevaderas para el ganado, hay muy poco control, no justifica la inversión, pero no significa que no puedan ser utilizados.

### 5.2. SEMI-INTENSIVO

En los sistemas semi-intensivos, se ha realizado una modificación significativa sobre el ambiente, se tiene control completo sobre el agua, las especies cultivadas y las especies que se cosechan.

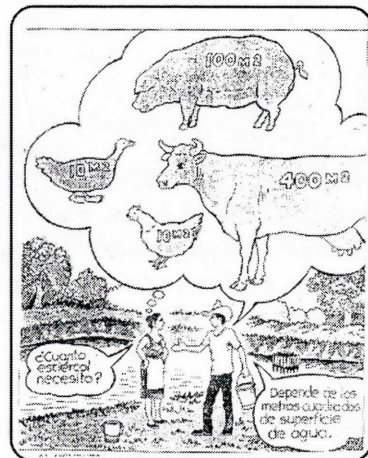
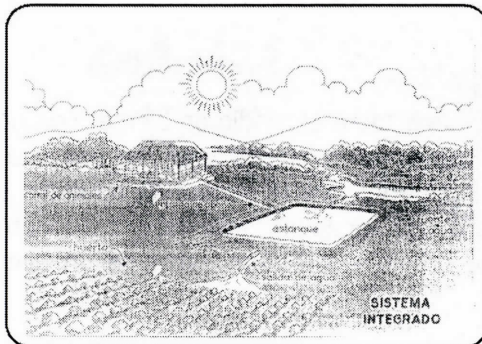


Se utilizan fertilizantes para lograr una máxima producción; también puede usarse un alimento suplementario no completo, para complementar la productividad natural sin necesidad de utilizar aireación mecánica.

Este es el nivel más común de manejo para productores pequeños y medianos que no tienen recursos económicos para grandes inversiones y que cuentan con capital limitado y/o donde alimentos de buena calidad no son disponibles. Generalmente es un estanque de tierra que se puede llenar y drenar al gusto del productor; los insumos incluyen fertilizantes orgánicos y químicos, alimentos suplementarios, sub-productos agrícolas (afrecho de trigo, semolina de arroz), maíz y/o algún alimento fabricado localmente. Las tasas de siembra en estos sistemas varían de 50,000 a 100,000 peces/Ha, generalmente la duración del ciclo de producción es de cinco a seis meses, desde sembrar el alevín de 5-20 gramos hasta la cosecha. El tamaño de los estanques es de 1 a 2 Ha.

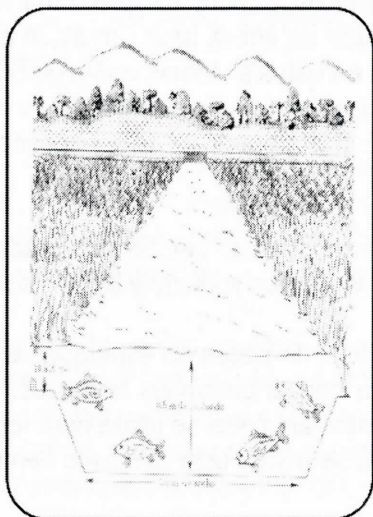
Este sistema puede realizarse en estanques o corrales, también integrado con la actividad agropecuaria, como es el caso de la Agroacuicultura y la Rizipiscicultura.

**Agroacuicultura:** consiste en integrar al cultivo de peces en estanques la crianza de pollos, ganado vacuno, conejos o aves, con el cultivo de hortalizas, plantas forestales y otros cultivos. El estiércol de estos animales se utiliza para fertilizar el agua de los estanques, esta agua fertilizada se puede usar al mismo tiempo para regar las hortalizas y demás cultivos.





**Rizipiscicultura:** cultivo de tilapia integrado con cultivo de arroz. En regiones apropiadas, el cultivo de peces en arrozales debe considerarse como una de las mejores prácticas de utilización racional de un terreno agrícola. Esta práctica es de uso corriente en Extremo Oriente desde hace siglos y ha alcanzado un alto grado de perfeccionamiento técnico en esta gran región de economía eminentemente agraria:



### 5.3. INTENSIVO

Se ha hecho una modificación sustantiva sobre el medio ambiente, con control completo sobre el agua, especies sembradas y cosechadas; se usa una tasa de siembra mayor, ejerciendo mayor control sobre la calidad de agua (ya sea a través de aireación de emergencia o con recambios diarios) y todo nutriente necesario para el crecimiento que proviene del suministro de un alimento completo.

En este sistema se pueden utilizar estanques de tierra, de concreto o jaulas flotantes.

## ❖ Estanques

Las densidades oscilan entre 100,000 a 300,000 peces/Ha, se utiliza un alimento complementario de buena calidad, de 25 a 30% de proteína. El alimento se suministra a razón de 2-4% de la biomasa/día y generalmente la tasa máxima de alimentación no debe exceder los 80 a 120 Kg/Ha/día.

Hay disponible aireación mecánica de emergencia que se inicia cuando la concentración de oxígeno disuelto baja hasta el 10% de saturación. La producción total varía de 5,000 a 12,000 Kg/Ha.

## ❖ Jaulas

Las jaulas pueden ser de bajo volumen, o sea menos de 5 metros cúbicos o de volumen alto, mayor de 5 metros cúbicos; se pueden sembrar hasta 600 tilapias/m<sup>3</sup> en las jaulas de volumen bajo y de 50-100 tilapias/m<sup>3</sup> en las jaulas de volumen alto. Las producciones esperadas oscilan entre 50-300 Kg/m<sup>3</sup>; las de volumen bajo son más productivas debido a que hay mayor recambio de agua dentro de las jaulas, lo cual mantiene la calidad de la misma.

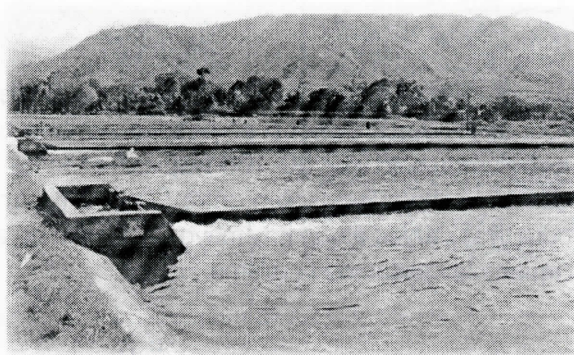




#### **5.4. SUPERINTENSIVO**

En este sistema las densidades son superiores; en estanques deben hacerse recambios diarios de agua, de hasta un 100%/hora; también se utilizan aireadores mecánicos. Los estanques son generalmente de concreto y de tipo "race-ways" para que pueda darse un mejor intercambio de agua y una mayor oxigenación. También puede darse en jaulas, en las que se superan las densidades de 600 tilapias/m<sup>3</sup>.

En ambos casos el pez depende exclusivamente del alimento artificial, por lo que, éste debe contener un alto porcentaje de proteína (30-40%).





## BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

1. HUET, M. (1978).- Tratado de Piscicultura. 2ª Edición revisada. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España.
2. SAAVEDRA, M.A. (1996).- Manual de Piscicultura. Preparado para texto base de la asignatura de Piscicultura. FACA-UNA. Managua, Nicaragua. Diciembre, 1996. 71 pág.
3. (2000).- Taller "Producción de Tilapia". Centro de Estudios y Promoción Social (CEPS). Managua, Nicaragua. Noviembre, 2000.
4. (2001).- Manual Curso Introductoria "Cultivo de Tilapia". Estación Agroacuícola "Los Chilamates". Estelí, Nicaragua.
5. (2003).- Piscicultura –Cultivo de Tilapia- Preparado para Módulo Pescados y Mariscos de Maestría en Procesamiento de Alimentos. UNI. Managua, Enero 2003.
4. SOLUAP, E. (1998).- Alternativas de cultivos acuícolas. Tomo II. Guayaquil, Ecuador. Abril, 1998.
5. INTERNET :

<http://www.ag.auburn.edu/deept/faa/intraqua.html>

<http://www.ag.auburn.edu/deept/faa/intrpond.html>

<http://www.ag.auburn.edu/deept/faa/tilap.html>

<http://www.acuacultura-ca.org.hn>